

Von der Energieschleuder zum Nullenergiehaus – zwei aktuelle Beispiele

Beat Kämpfen
Dipl. Architekt ETH/SIA
M. A. University of California, Berkeley
Kämpfen für Architektur
Zürich, Schweiz



Von der Energieschleuder zum Nullenergiehaus

1. Die Sanierung als Aufgabe der Zukunft

Die Gesetzgebung verlangt heute energetisch gute Bauten. Der Energiebedarf von Neubauten könnte durch die technische Fortschritte innert 35 Jahren drastisch gesenkt werden. So braucht ein 2009 erstellter Neubau viermal weniger Energie als ein Neubau von 1974. Zudem gibt es viele äusserst energieeffiziente Neubauten, die einen Energiebedarf nahe Null (kWh/m²*a) aufweisen. Die Lösungen dazu sind bekannt, es ist nur noch eine Frage der Zeit bis sämtliche Neubauten eine Nullenergie-Jahresbilanz haben werden oder zusätzlich sogar noch den elektrischen Strom für die lokale Mobilität produzieren werden.

Neubauten machen aber nur einen kleinen Teil der ganzen Bausubstanz aus. 75% des bestehenden Gebäudevolumens ist vor 1975 erstellt worden und stammt damit aus einer Zeit als Energiefragen noch keine Rolle gespielt haben. Der kleinere Teil dieser Bauten muss ersetzt werden, da er die heutigen Wohn- und Arbeitsbedürfnisse nicht mehr erfüllen kann. Der grössere Teil jedoch kann erneuert und weiterverwendet werden. Die Chance ist vorhanden, diese Sanierungen nicht nur als oberflächliche Verschönerung mit kurzfristigem Nutzen durchzuführen, sondern umfassend und nachhaltig. Klimawandel, Erdölkrise und Energiepreise werden täglich diskutiert, ein Umdenken hat eingesetzt und ist gerade bei der Sanierung der bestehenden Bausubstanz wichtig. Doch wie erreicht man die Ziele? Und gibt es Unterschiede zum Neubau?

Das Reduktionspotenzial ist für Neubauten deutlich geringer als für die Sanierung. Wenn ein Neubau auf den Minergie-P Standard statt nach Gesetz ausgeführt wird, spart dies bestenfalls 40 kWh/m²a. Wird hingegen ein Altbau auf Minergie-P verbessert, wird der Energieverbrauch um rund 170 kWh/m²a (von 200 kWh/m²a auf 30 kWh/m²a) reduziert, also um einen Faktor sechs.

Die verschiedenen heute gebräuchlichen Energie Standards fokussieren auf die für die Wärmeerzeugung benötigte Energie. Die Betriebsenergie für Heizung, Kühlung und Warmwasser ist aber nur ein Teil des ganzen Energieverbrauchs eines Gebäudes. In einer ganzheitlichen Betrachtung muss die gesamte Ökobilanz einbezogen werden. Diese Fragestellung ist vor allem beim Grundsatzentscheid Abbruch/Ersatzneubau oder beim Vergleich der verschiedenen Renovationsoptionen zu diskutieren. Es zeigt sich oft, dass die tiefgreifende und umfassende Renovation die beste und ökologischste Lösung darstellt.

2. Vorgehensstrategie bei Erneuerungsaufgaben

Die ausufernden Siedlungsgebiete in Mitteleuropa drängen mit ihren Gebäuden und Infrastrukturanlagen die Naturräume und Landwirtschaftsflächen immer weiter zurück. Anstelle von Neubauten auf der grünen Wiese wird die Verdichtung nach innen zur vordringlichen Aufgabe.

Es kann somit nicht nur darum gehen die bestehende Bausubstanz zu erhalten und energetisch zu verbessern, sondern die Möglichkeiten müssen umfassend abgeklärt und bewertet werden. Die Sanierung eines Hauses muss alle drei Aspekte der Nachhaltigkeit einbeziehen:

Wirtschaftliche Nachhaltigkeit: Die Bausubstanz muss zuerst analysiert und bewertet werden. Dazu gehören nicht nur die technischen Untersuchungen zu Tragstruktur, Energieverbrauch und Bauphysik, sondern vor allem die Analyse des Baurechtes, der Ökonomie und der Zukunftspläne der Auftraggeber. Gibt es Erweiterungsmöglichkeiten, Potenzial zu Mehrausnutzungen der Liegenschaft und zur Wertsteigerung? Dies kann bereits ein Szenario sanfte Renovation oder ein Szenario Abbruch/Neubau als die richtige Strategie erscheinen lassen.

Soziale Nachhaltigkeit: Dieser Aspekt ist direkt mit der wirtschaftlichen Nachhaltigkeit verbunden und bezieht vielfältige Aspekte ein, die oft ausserhalb des Einflussbereiches der Architekten und Ingenieure liegen.

Energetisch/ökologische Nachhaltigkeit: Dieser Aspekt kommt erst in dritter Linie zu tragen und da er technische Gegebenheiten bewertet sind, Lösungen auch immer vorhanden. Die Reduktion der Betriebsenergie ist das primäre Ziel, das mit verschiedenen Mitteln wie Bauform, Wärmedämmung, Ausnutzung der passiven Sonnenenergie und den technischen Gebäudeinstallationen optimiert werden kann. Selbstverständlich ist aber die Verhältnismässigkeit in einer Gesamtökobilanz zu berücksichtigen.

Bei der energetischen Sanierung dieses Einfamilienhauses sind alle Aspekte der Nachhaltigkeit exemplarisch einbezogen worden. So konnte eine weitere Parzelle vor Überbauung verschont und Wohnraum an bevorzugter Lage geschaffen werden. Auf das bestehende Einfamilienhaus ist ein zweites Einfamilienhaus in vorfabrizierter Holzbauweise aufgestockt worden. Beide Wohnungen haben alle Vorzüge eines freistehenden Einfamilienhauses. Zum Beispiel weisen sie eine eigene Haustüre und auf allen Geschossen grosszügige Terrassen auf. Die Wohnungen sind zweigeschossig und verfügen über autonome Haustechnikinstallationen. Die bestehende Bausubstanz ist grundlegend erneuert, so dass sie die technische Qualität eines Neubaus aufweist, aber den Charme des Altbaus zu einem guten Teil beibehalten konnte. In einer sich immer schneller verändernden Umwelt



Abbildung 1: vorher



nachher

Das alte Haus bleibt bestehen, die Bausubstanz wird weiter verwendet. Die Aufstockung ordnet sich ein, zeigt aber auch eine gewisse Evolution der architektonischen und konstruktiven Möglichkeiten. Der ganze Aufbau wurde in einer Holzkonstruktion ausgeführt. Die Vorteile sind generell das geringe Gewicht, die hohe Wärmedämmung, die gute Ökobilanz und die kurze Bauzeit.

Umbauen und Anbauen ist normalerweise ökologischer als Abrechen und Neubauen. Die in den Ursprungsbau gesteckte Graue Energie wird nicht vernichtet, sondern quasi aufgefrischt. Vor den energetischen und bautechnischen Problemen müssen die rechtlichen und ökonomischen Aspekte beleuchtet werden. Bei einer richtigen Erneuerungsstrategie lassen sich Wege finden, um eine drastische Senkung des Energiebedarfs eines Gebäudes mit einem vernünftigen Aufwand an grauer Energie zu realisieren und dabei den Wohnwert markant zu erhöhen. Vorfabrizierte Fassaden- und Dachelemente in Holzbauweise sind ideale Komponenten um die Bauten des vergangenen Jahrhunderts energetisch, gestalterisch und bauphysikalisch zukunftsweisend zu sanieren.

3. Beispiel: Mehrfamilienhaus Birmensdorferstrasse, Zürich

Das Mehrfamilienhaus an der Birmensdorferstrasse wurde 1938 als Teil einer Randbebauung realisiert, die allerdings von Anfang in einzelne Grundstücke unterteilt war. Der Bau ist ein typischer Vertreter der schweizerischen Moderne. Diese Stilrichtung setzte Elemente der internationalen Moderne wie liegende Fensterproportionen, geschwungene, verglaste Gebäudeecken ein, schwächte sie aber in Anlehnung an schweizerische Bautraditionen ab. Anstelle des Flachdaches gibt es deshalb ein flach geneigtes Ziegeldach und die Fenster sind mit Kunststeineinfassungen gefasst.

Die citynahe Lage ist attraktiv, denn die Erschliessung wie auch die Versorgung des Quartiers mit Gütern des täglichen Bedarfs ist überdurchschnittlich. Negativ wirkte sich bis jetzt die Lärmbelastung an einer stark frequentierten Strasse aus, was allerdings aktuell durch eine Führung des Autoverkehrs ändert und das Quartier so massiv aufgewertet wird. Die Bauherrschaft, Thomas und Pierre Ledermann haben das Haus vor ein paar Jahren geerbt und wollen bewusst einen aktiven Beitrag zum energetisch-ökologischen Umbau der Stadt Zürich leisten.

Das Gebäude vor der Sanierung

Das Wohnhaus hat seit seiner Erstellung eine einzige einschneidende Veränderung erfahren: die Vorgärten mit schön gestalteten Pergolas sind der Verbreiterung Strasse geopfert worden. Im Innern ist das Haus nie gesamthaft erneuert worden, die wenigen Renovationsmassnahmen sind immer mit sehr kleinem Budget ausgeführt worden. Das Mauerwerk und das Dach sind ungedämmt, viele Teile ersatzbedürftig. Im Innern entsprechen die Wohnungstüren und vor allem der Lift mit den fahrenden Wänden nicht mehr den Vorschriften. Die Hourdisdecken genügen in keiner Weise den Schallschutzanforderungen. Vor allem entsprechen aber die gut organisierten Wohnungsgrundrisse nicht mehr den heutigen Vorstellungen. Auf jeder Etage befinden sich zwei Kleinwohnungen. Küchen und Bäder sind nicht klein, haben aber mit ihrer länglichen Form eine sehr ungünstigen Zuschnitt. Das Haus wurde ursprünglich mit Kohle, dann mit Oel beheizt, das Warmwasser wird mit Elektroboilern in den Wohnungen aufbereitet.



Abbildung 2: Strassenfassade vorher



Schnitt vorher

nachher

Strassen- und Hoffassade

Das Mehrfamilienhaus liegt in der Quartiererhaltungszone, ein Wohnanteil von mindestens 60% ist vorgeschrieben. Die Strassenfassade ist ansprechend gestaltet und kann aus städtebaulichen und denkmalpflegerischen Gründen nur geringfügig verändert werden. Die Hoffassade hingegen hat wenig ästhetische Ansprüche. Deshalb gewähren die Behörden da einen grossen Gestaltungsspielraum.

Die Charakteristik der Fassaden deckt sich mit der Organisation der Grundrisse, die Zimmerschicht zur Strasse bedarf keiner Veränderungen. Durch eine Vergrößerung des Grundrisses zur Hofseite ist es jedoch möglich die Zone von Küche und Bad effizienter zu organisieren und so die eher kleinen Wohnungen für die Bewohner praktischer zu gestalten. Der bestehende viel zu kleine Lift kann in einen hofseitigen Anbau mit Balkonen integriert werden, wobei in Kauf genommen werden muss, dass der Lift auf dem Treppenhochboden betreten werden muss. Die geringfügige Vergrößerung der Wohnfläche ergibt eine markante Wertsteigerung der Wohnungen. Zusätzlich kann im Dachgeschoss eine luxuriöse Wohnung mit Sicht über die Dächer von Zürich anstelle der Einzelzimmer eingebaut werden.

Die Wohnfläche kann so von 875 m² auf 1050 m² oder um 20% gesteigert werden. Auch bei diesem Beispiel ist dies neben der Lagequalität des Gebäudes die entscheidende Voraussetzung, um eine hocheffiziente energetische Sanierung finanzieren zu können.



Abbildung 3: Normalgeschoss vorher

Normalgeschoss nachher

Architektonisch-energetisches Konzept: Durch den Abbruch der Hoffassade und den Ersatz mit einer elementierten Fassade in Holzbauweise werden in erster Linie die Grundrisse optimiert. Zugleich wird die Gestaltung der Fassade modernisiert und die Wärmedämmleistung um ein Vielfaches verbessert. Die alte Fassade weist einen u-Wert von rund 0.36 W/m²K auf, die neue von 0.09 W/m²K. Die Dachkonstruktion wird aus statischen und geometrischen Gründen ebenso durch vorfabrizierte Module mit den gleichen Wärmedämmeigenschaften wie die Fassade ersetzt. Diese hoch wärmedämmten neuen Bauteile erlauben Kompromisse bei anderen Bauteilen einzugehen, beispielsweise lässt sich die Kellerdecke nicht optimal dämmen.

Strassenfassade: Die Strassenfassade wird mit einer Kompaktfassade aus Mineralwolle gedämmt (u-Wert 0.23 W/m²K) und verputzt. Die Fensterebene wird nach aussen versetzt, so dass der Ausdruck der Fassade erhalten bleibt. Einfache Holzfenster mit schmalen Rahmen geben der Fassade einen moderneren Ausdruck.

Solarenergie in der Innenstadt: Die Südfassade ist dank des breiten Strassenraumes ganzjährig gut besonnt, so dass die Zimmer von einer guten solaren Einstrahlung profitieren. Die Dachfläche weist hervorragende Voraussetzungen für eine aktiv-solare Energiegewinnung auf. Die südliche Dachfläche wird vollflächig mit thermischen Sonnenkollektoren und Photovoltaikmodulen belegt. Die nördliche Dachfläche erhält eine einfache Deckung aus Eternitplatten.

Lüftung: Eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Kellergeschoss versorgt sämtliche Wohnungen mit frischer Luft. Die Steigzonen werden in die Anschlusszone des Anbaus an die Fassade integriert, die Verteilung in den Wohnungen erfolgt in einer in einem Teilbereich der Wohnung abgehängten Decke.



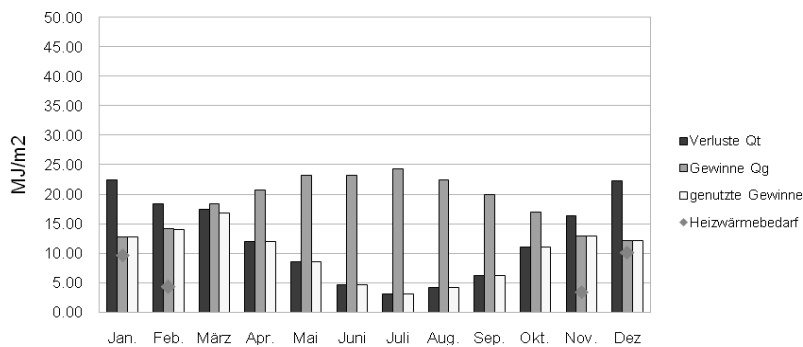
Abbildung 4: Lüftungsverteilung in Wohnung



Abbildung 5: Lüftungszentrale im Keller

Gebäudetechnik: Ein Heizung mit Erdsonde/Wärmepumpe muss wegen des Grundwasserschutzes ausgeschlossen werden, für eine Pelletsheizung fehlt der Lagerraum und bei einer Luft-Wasser-Wärmepumpe würden die Geräuschemissionen bestimmt zu Problemen in der Nachbarschaft führen. Da das Gebäude nur noch einen sehr kleinen Restenergiebedarf aufweist, wird eine Gastherme als Heizung eingesetzt, zumal das Gasleitungsnetz bereits in der Strasse vorhanden ist.

Energiebilanz: Das umgebaute Gebäude erreicht den Minergie-P-Standard gut. Der Energiebedarf für Heizung/Warmwasser kann so von 150'000 kWh/a auf 18'000 kWh/a oder um 88% gesenkt werden. Im Vergleich zum Haus Segantinistrasse sind hier die sowohl die Transmissionsverluste als auch die solaren Energiegewinne deutlich geringfügiger, was auf die kompaktere Bauform und die Position innerhalb einer Bauzeile mit den seitlichen Brandmauern dieses innerstädtischen Gebäudes zurückzuführen ist. Heizenergie von der Gastherme ist nur während 3 – 4 Monaten zuzuführen.



Graue Energie: Selbstverständlich ist die eingesetzte Graue Energie kalkuliert worden, die energetische Rückzahldauer beträgt nur 5 – 10 Jahre. Das Gebäude als Ganzes ist aber neuwertig und kann nach 70 Jahren Nutzung wieder einer Lebensdauer von ähnlicher Länge entgegensehen.

4. Beispiel: Mehrfamilienhaus Segantinistrasse, Zürich-Höngg

Ein Mehrfamilienhaus aus den 50er-Jahren an einem Südhang soll energetisch erneuert werden. Das Gebäude könnte überall stehen; jedenfalls sieht man diese Art von Bauten in der ganzen Schweiz. Seit Bestehen, also seit 1954 wurden an dem Haus kaum Erneuerungsarbeiten ausgeführt, sogar Küchen und Bäder sind noch im Originalzustand. Einzig die Ölheizung wurde mal ersetzt. Dies kann als Glücksfall für eine tiefgreifende Erneuerung betrachtet werden. In der baurechtlichen Abklärung zeigt sich, dass kleine Ausnutzungsreserven vorhanden sind. Diese ermöglichen die Wohnräume auf eine heute übliche Grösse zu erweitern und ein Attikageschoss aufzustocken. Da die neue, zusätzliche Wohnung eine sehr hohe Attraktivität hat, können über deren Vermietung nicht nur die Kosten des Attikageschosses, sondern auch ein Teil der übrigen Renovationskosten gedeckt werden. Dies ermöglicht eine tiefgreifende Erneuerung des Gebäudes auf den Minergie-P Standard, während ohne Anbauten aus finanziellen Gründen nur eine gewöhnliche Renovation hätte realisiert werden können.



Abbildung 6: vorher



nachher

Das Gebäude in altem Zustand

Die Grundrisse sind ganz einfach aufgebaut: gegen Südosten die Haupträume, gegen Nordwesten die Nebenträume. Installations- und schalltechnisch perfekt. Nur die Grösse der Wohnungen entspricht nicht mehr den heutigen Bedürfnissen. War 1954 eine Wohnung mit 4 Zimmern und 82 m² Wohnfläche für eine Familie genügend gross, so werden heute mindestens 100 m² erwartet. Die Bausubstanz ist technisch und statisch einwandfrei. Die Längsfassaden und die Mittelwand bilden die Tragstruktur. Die Aussenwände, ein Massivmauerwerk ohne Kerndämmung, messen 32 cm, der mineralische Verputz ist schadenfrei. Zwischen den Geschossen liegen gut bewehrte Betondecken. Das Dach ist als sehr leichte Holzkonstruktion ausgeführt.

Mehrwert für Eigentümer und Bewohner

Wo lässt sich ein Mehrwert finden, ein Zusatznutzen für Eigentümer und Mieter? Dies ist die Kernfrage jedes Renovationsvorhabens, der tiefgreifenden sowieso. Die Wohnräume der 4-Zimmer Wohnungen konnten von 18 m² auf 30 m² vergrössert werden und ermöglichen dank den grosszügigen Verglasungen ein modernes Wohngefühl. Zusätzliche, gedeckte Terrassen nach Süden zur Aussichtsseite bilden im Sommer einen zusätzlichen Raum. Die Aufstockung einer Attikawohnung steigert den Gebäudewert wesentlich und die Mieteinnahmen decken einen weit überproportionalen Teil der Umbaukosten. Die neue Wohnfläche beträgt 517 m² und ist damit 36% grösser als vorher. Die energetische Wende hängt eindeutig mit der Ausschöpfung des vorhandenen Ausnutzungspotentials zusammen. Nur so können die bestehenden Wohnungen finanziell entlastet werden und die bisherigen Mieter können im Haus bleiben. Der Mehrwert trägt somit nicht nur zur ökonomischen, sondern auch zur sozialen Nachhaltigkeit des Umbaus bei. Das Gebäude erfährt damit eine langfristige Werterhaltung.

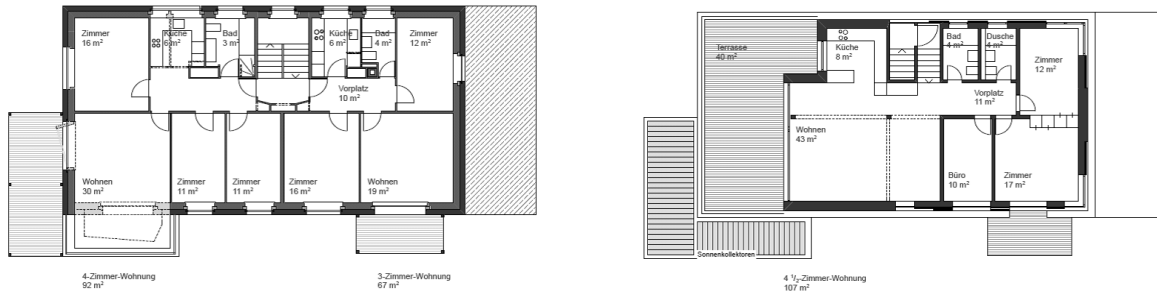


Abbildung 7: Obergeschoss

Attikageschoss

Die ökologischen und energetischen Überlegungen der Bauherrschaft zur nachhaltigen Gestaltung des Umbaus waren zwar der Auslöser, fließen aber erst in zweiter Linie in die Planung ein: es sind hier die klassischen Prinzipien des solaren, energieeffizienten Bauens:

Minimierung der Wärmeverluste: Die neuen Bauteile in vorfabrizierter Holzbauweise erreichen u -Werte um $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zudem macht die Aufstockung das Volumen kompakter und verursacht – in Leichtbauweise ausgeführt – keine statischen Probleme. Die bestehende Aussenhülle wird rundum mit $25 - 28 \text{ cm}$ Zellschuldämmung eingepackt (inklusive der Hohlraum unter der nicht unterkellerten Wohnung im Parterre).

Maximierung der solaren Gewinne: Die Fensterflächen an der Südostfassade werden markant vergrößert, an der Nordwestfassade hingegen leicht reduziert. Die Ausrichtung nach Süden wird betont, die passiv-solaren Gewinne damit erhöht. Die Fensterebene ist nach aussen verschoben, um den äusseren Eindruck in etwa zu beizubehalten. Im Innern entstehen dagegen tiefe Fensternischen, was die Bewohner als Mehrwert empfinden. Es sind normale Holzfenster eingesetzt, wobei der Rahmen möglichst gut überdämmt wird.

Neuste Gebäudetechnik: Um in der sehr ruhigen Umgebung keinen störenden Lärm zu erzeugen, wird anstelle einer technisch Möglichen Luft/Wasser-Wärmepumpe eine Erdsonden-Wärmepumpe eingesetzt. 12 m^2 Vakuumröhren-Sonnenkollektoren über dem Balkonvorbau unterstützen die Wärmepumpe. Die fünf bestehenden Wohnungen werden von einer gemeinsamen Lüftungsanlage mit Frischluft versorgt, während die Attikawohnung über ein eigenes Gerät verfügt. Das Haus weist sehr wenig Kellerfläche auf, für die technischen Installationen muss zusätzlicher Platz geschaffen werden. Überlegungen zu Baukosten und grauer Energie lassen einen bergseitig angebauten Schopf gegenüber einem unterirdischen Keller vorteilhafter erscheinen.

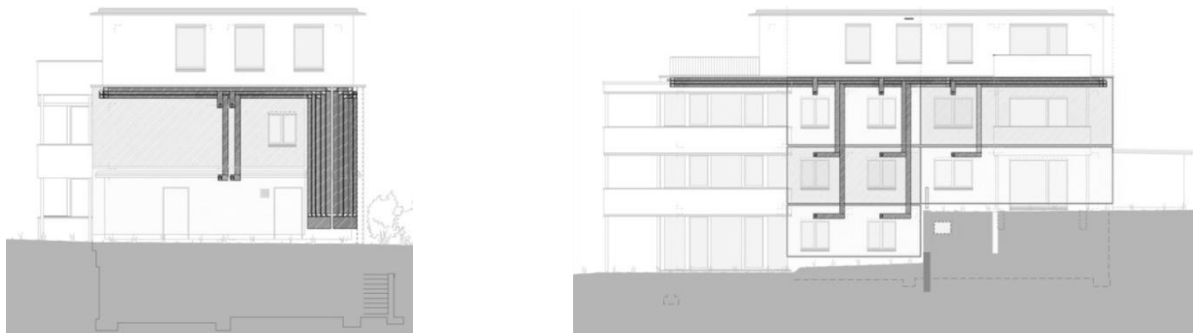


Abbildung 8: Lüftungskanäle in Fassade und Elementierung

Elementierte Fassade: Im Rahmen des Empa-Projektes „Advanced Energy Efficient Renovation of Buildings“ werden nicht nur die Bauteile zur Erweiterung des Gebäudes vorfabriziert, sondern auch Fassadenelemente, die anstelle einer Kompaktfassade eingesetzt werden. In diese grossformatigen Elemente in Holzbauweise werden die Lüftungsleitungen und teilweise die Fenster schon in der Werkstatt eingebaut. Wegen der grossen Unebenheiten der bestehenden Fassade müssen die Elemente vor Ort mit Zellosedämmung ausgeblasen werden anstatt sie vorgängig mit Mineralwollmatten auszdämmen. Die Fugen zwischen Bestand und den neuen Elementen werden luftdicht abgeklebt. Diese Methode erlaubt eine Verkürzung der Bauzeit und bei perfektem Bauablauf auch einen Umbau in bewohntem Zustand. In diesem Fall stand das Haus wegen Mieterwechsel drei Monate leer, der Umbau dauerte insgesamt circa fünf Monate.

Energiebilanz: Der Umbau erreicht trotz dem nicht sehr kompakten Volumen und dem hohen Glasanteil im Wohnraum den Minergie-P-Standard. Der gewichtete Energiebedarf für Heizung/Warmwasser beträgt noch 26 kWh/m²a und konnte um 83% gesenkt werden. Dank der auf dem obersten Dach vollflächig installierten, aber nur aus der Luft sichtbaren Photovoltaikanlage wird das Haus zu einem bilanzierten Nullheizenergiegebäude. Das Gebäude mit sechs Wohnungen benötigt in der Jahresbilanz nur so viel von aussen zugeführte Energie wie es selbst zu erzeugen vermag. Die aktiven und passiven Solarerträge sind dazu eine wichtige Komponente.

Graue Energie: Die Reduktion der Betriebsenergie darf nicht für sich allein betrachtet werden. Die beim Umbau eingesetzte graue Energie ist genau so wichtig und ist detailliert berechnet worden. Sämtliche neuen Materialien Trotz den weitgehenden Eingriffen wird die energetische Rückzahldauer der Totalerneuerung weniger als 15 Jahre betragen. Das Gebäude als Ganzes ist neuwertig und kann wieder einer Lebensdauer von rund 80 Jahren entgegensehen.

Kosten: In das Gebäude wird die beachtliche Summe von 1'830'000 CHF gesteckt, doch ist die finanzielle Verteilung sehr ungleich. Die neu erstellte Attikawohnung rechtfertigt aufgrund ihrer Lagequalität Kosten von rund 1'100'000 CHF, so dass auf die bestehenden Wohnungen nur noch je rund 150'000 CHF entfallen. Dadurch müssen die Mietzinse für die bestehenden Wohnungen nicht wesentlich erhöht werden – ein Beitrag zur sozialen Nachhaltigkeit.



Abbildung 9: Attikawohnung



Abbildung 10: Südostfassade